

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

APPLICANT : Noritake Mitsutani  
SERIAL NO. : Unassigned  
FILED : Herewith  
FOR : Air-Fuel Ratio Control Apparatus for Internal Combustion Engine

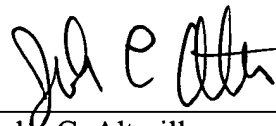
COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. BOX 1450  
Alexandria, VA 22313-1450  
ATTN: Manager, Application Division

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119**

SIR:

The Convention Priority Date of Japanese Patent Application No. 2003-110420 filed in Japan on April 15, 2003, was claimed in the Declaration/Power of Attorney filed herewith. To complete the claim to the Convention Priority Date of said Japanese Patent Applications, a certified copy thereof is submitted herewith.

Respectfully submitted,



John C. Altmiller  
(Reg. No. 25,951)

Dated: April 14, 2004

KENYON & KENYON  
1500 K Street, N.W., Suite 700  
Washington, DC 20005-1257  
Tel: (202) 220-4200  
Fax: (202) 220-4201  
490011\_1.DOC



日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    4 月 1 5 日  
Date of Application:

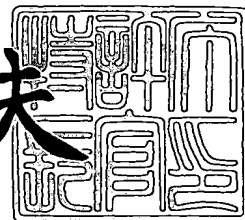
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 1 0 4 2 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 1 1 0 4 2 0 ]

出      願      人                      トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    3 月    8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 7 8 2 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 PY20022450

【提出日】 平成15年 4月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F02D 41/14  
F16H 61/16

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社  
内

【氏名】 光谷 典丈

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車 株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068755

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 博宣

【選任した代理人】

【識別番号】 100105957

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 誠

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710232

【包括委任状番号】 0101646

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の空燃比制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関と自動変速機との間を連結するロックアップクラッチを有する流体伝動装置と、

車両の減速時において前記ロックアップクラッチをスリップ状態にするスリップ制御手段と、

内燃機関の排気系に設置された三元触媒の上流側に設けられ排気ガスの空燃比を検出する空燃比センサ及び下流側に設けられ排気ガスの空燃比を検出する酸素センサと、

前記空燃比センサの出力に基づいて機関空燃比が理論空燃比となるように燃料量をフィードバック制御するフィードバック手段と、

前記酸素センサの出力に基づいて前記フィードバック制御における燃料量を補正するサブフィードバック補正値を算出してサブフィードバック制御を行うサブフィードバック手段と、

前記空燃比センサの出力特性に基づく機関空燃比と理論空燃比との定常的なずれを補償するための学習値を前記サブフィードバック補正値に基づいて学習する学習手段と、

該学習手段により学習された学習値を記憶する記憶手段と、  
を備えた内燃機関の空燃比制御装置において、

前記記憶手段の学習値の消去に基づいて再び前記学習値の学習が行われるときには学習が安定化するまで前記スリップ制御手段によるスリップ制御を禁止する禁止手段を備える

ことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記記憶手段の学習値の消去に基づいて再び前記学習値の学習が行われるときに、前記サブフィードバック補正値を算出するためのフィードバックゲインを、学習が安定した後のフィードバックゲインよりも大きい値に切り替える切替手段を更に備える

ことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、  
前記記憶手段の学習値の消去に基づいて再び前記学習値の学習が行われるときに、前記サブフィードバック補正値のガード値を、学習が安定した後のサブフィードバック補正値のガード値よりも緩和する緩和手段を更に備える  
ことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記記憶手段の学習値の消去に基づいて再び前記学習値の学習が行われるとき、前記サブフィードバック制御中における前記酸素センサの出力反転回数が所定回数以上であることに基づいて前記学習が安定化したと判定される  
ことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記記憶手段の学習値の消去に基づいて再び前記学習値の学習が行われるとき、前記サブフィードバック制御の開始からの所定時間の経過に基づいて前記学習が安定化したと判定される  
ことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、排気通路に酸素貯蔵能力を有する三元触媒が設けられた内燃機関に供給される可燃混合気の空燃比を最適化すべくフィードバック制御を行う内燃機関の空燃比制御装置に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来より、車載内燃機関においては、排気ガス浄化対策として、排気ガス中の未燃成分（HC、CO）の酸化と窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）の還元とを同時に促進する三元触媒が利用されている。この酸素貯蔵能力は、排気ガスがリーンであると

きに過剰分の酸素を吸着し、排気ガスがリッチであるときに不足分の酸素を放出することにより、排気ガスを浄化するものである。そのような三元触媒による酸化・還元能力を高めるためには、内燃機関の燃焼状態を示す空燃比 ( $A/F$ ) を理論空燃比近傍 (ウィンドウ) に制御する必要がある。そのため、内燃機関における燃料噴射制御においては、排気ガス中に残留する酸素濃度に基づき空燃比が理論空燃比よりもリッチかリーンかを検出する酸素センサを排気通路に設け、そのセンサ出力に基づいて燃料量を補正する空燃比フィードバック ( $F/B$ ) 制御が行われている。

#### 【0003】

しかし三元触媒の上流側、例えば排気マニホールドの合流部分においては各気筒から排出される排気ガスは十分に混合していないことに起因するセンサの出力のバラツキ及び排気ガスの熱に起因するセンサの劣化により空燃比の制御精度が低下する場合がある。

#### 【0004】

この課題を解決するために三元触媒の下流側にも酸素センサを設置し、上流側センサによる空燃比の検出結果に基づくメイン  $F/B$  制御に加えて、下流側酸素センサの空燃比の検出結果に基づくサブ  $F/B$  制御を行うことにより空燃比制御精度を改善するダブルセンサシステムが既に実用化されている。

#### 【0005】

そして、このダブルセンサシステムにおいては、下流側酸素センサの検出信号に基づいて、メイン  $F/B$  制御における燃料量を補正するサブ  $F/B$  補正值を算出するサブ  $F/B$  制御が行われる。また、サブ  $F/B$  補正值に基づいて上流側センサの出力特性に基づく機関空燃比と理論空燃比との定常的なずれを補償するための学習値を求めるサブ  $F/B$  学習制御が行われる。この学習値がサブ  $F/B$  制御に反映されることにより、機関空燃比を理論空燃比近傍の値とすることができ、排気エミッションの悪化を抑制することができる。

#### 【0006】

ところで、このようなサブ  $F/B$  学習値は、バッテリーからの給電中断に伴って消去されてしまうため、バッテリーからの給電の再開後においてサブ  $F/B$  学習を

確実かつ速やかに行う必要がある。サブF/B学習が安定するまでの期間においては、空燃比制御精度が低下し、排気エミッションが悪化する。

#### 【0007】

このようなサブF/B学習が安定するためには、サブF/B制御の実行中において、下流側酸素センサの出力がリッチとリーンとの間で反転を繰り返すこと、又はサブF/B制御が所定時間以上継続して行われることが必要である。

#### 【0008】

ところが、内燃機関において燃料カット（F/C）制御が行われると、空燃比F/B制御はメインF/B制御及びサブF/B制御がともに実行されなくなる。このとき、三元触媒が劣化しておらず酸素貯蔵能力が高い場合には、三元触媒は酸素を多量に貯蔵し飽和状態となり、下流側酸素センサの検出結果はリーンとなる。

#### 【0009】

従って、燃料カット制御が解除された後において機関空燃比がリッチとなるような空燃比F/B制御が実行されても、三元触媒は吸着している酸素を放出するため、下流側酸素センサの出力はリーン側からリッチ側に反転しにくくなる。その結果、サブF/B制御におけるサブF/B補正值に基づいて算出されるサブF/B学習値は本来採りうるべき正規の値とはならない。

#### 【0010】

また、自動車には内燃機関と自動変速機との間にロックアップクラッチ付流体式伝動装置が備えられている。こうしたロックアップクラッチは、例えば車両の減速時において、内燃機関と自動変速機との間をスリップ状態に維持し、機関回転速度を燃料カット（F/C）回転速度以上に保持する減速ロックアップスリップ制御を行う技術が提案されている（例えば、特許文献1）。なお、上記のように、機関減速に伴うアップ変速時にロックアップクラッチを継合状態に切り換える理由の一つは、機関減速時に行われる燃料カット（F/C）を可能な限り継続して最大限の燃費改善を図るためである。

#### 【0011】

#### 【特許文献1】



## 特開平 9-292019 号公報

## 【0012】

## 【発明が解決しようとする課題】

このような内燃機関において、排気通路に三元触媒を設けて空燃比  $F/B$  制御を行うような場合には、燃料カット ( $F/C$ ) 制御を伴う減速ロックアップスリップ制御が頻繁に行われると、サブ  $F/B$  学習は安定しない。特に、サブ  $F/B$  学習値の消去に基づいて再び学習値の学習を行う際に、減速ロックアップスリップ制御に伴う燃料カット ( $F/C$ ) 制御が実行されると、サブ  $F/B$  学習の機会を確保することができなくなってしまう。

## 【0013】

すなわち、図 12 に示されるように、サブ  $F/B$  制御中において、時刻  $t10$  においてサブ  $F/B$  制御の実行が所定時間経過すると、サブ  $F/B$  学習が安定したものであるとしてサブ  $F/B$  補正值に基づいてサブ  $F/B$  学習値が初期値「0」から所定量だけ更新される。このサブ  $F/B$  学習値の更新量に相当する分だけサブ  $F/B$  補正值は減少される。減速ロックアップスリップ制御に伴って燃料カット制御 ( $F/C$ ) が時刻  $t11$  以後短時間のうちに繰り返し実行されると、 $F/C$  が実行される毎に酸素センサ出力はリーン側にはりつく。 $F/C$  の解除後において空燃比  $F/B$  制御が再開されても、三元触媒からの酸素放出があるため、酸素センサ出力は  $F/C$  解除後所定時間が経過しないと変化しない。従って、サブ  $F/B$  補正值は時刻  $t11$  以後更新されなくなる。しかも、 $F/C$  が短時間のうちに繰り返し実行されて  $F/B$  制御が所定時間以上継続して実行されないため、サブ  $F/B$  学習が行われず、サブ  $F/B$  学習値も時刻  $t11$  以後において更新されなくなり、サブ  $F/B$  学習値は本来採りうるべき正規の値とはならない。従って、この学習値に基づいてメイン  $F/B$  制御及びサブ  $F/B$  制御を実行しても、機関空燃比を理論空燃比近傍の値とすることはできず、排気エミッションが悪化するおそれがある。

## 【0014】

本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、サブフィードバック学習値の消去後におけるサブフィードバック学習を早期に安定させる

ことができる内燃機関の空燃比制御装置を提供することにある。

#### 【0015】

##### 【課題を解決するための手段】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。

請求項1に記載の発明は、内燃機関と自動変速機との間を連結するロックアップクラッチを有する流体伝動装置と、車両の減速時において前記ロックアップクラッチをスリップ状態にするスリップ制御手段と、内燃機関の排気系に設置された三元触媒の上流側に設けられ排気ガスの空燃比を検出する空燃比センサ及び下流側に設けられ排気ガスの空燃比を検出する酸素センサと、前記空燃比センサの出力に基づいて機関空燃比が理論空燃比となるように燃料量をフィードバック制御するフィードバック手段と、前記酸素センサの出力に基づいて前記フィードバック制御における燃料量を補正するサブフィードバック補正値を算出してサブフィードバック制御を行うサブフィードバック手段と、前記空燃比センサの出力特性に基づく機関空燃比と理論空燃比との定常的なずれを補償するための学習値を前記サブフィードバック補正値に基づいて学習する学習手段と、該学習手段により学習された学習値を記憶する記憶手段と、を備えた内燃機関の空燃比制御装置において、前記記憶手段の学習値の消去に基づいて再び前記学習値の学習が行われるときには学習が安定化するまで前記スリップ制御手段によるスリップ制御を禁止する禁止手段を設けた。

#### 【0016】

排気通路に三元触媒を設けて空燃比のフィードバック制御を行うような場合には、燃料カット制御を伴うロックアップクラッチのスリップ制御が頻繁に行われると、サブフィードバック学習は安定しない。サブフィードバック学習値の消去に基づいて再び学習値の学習を行う際に、スリップ制御に伴う燃料カット制御が実行されると、サブフィードバック学習の機会を確保することができなくなる。

#### 【0017】

この点に関して、上記の構成によれば、記憶手段の学習値の消去に基づいて再び学習値の学習を行う際にはロックアップクラッチのスリップ制御が禁止されて燃料カットの頻度が大幅に減少するため、サブフィードバック制御が継続して行

られる頻度が増加する。そのため、サブフィードバック補正值に基づいて本来採りうるべき正規の値の学習値を得ることができ、学習値の学習を早期に安定させることができ、排気エミッションの悪化を抑制することができる。

#### 【0018】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、前記記憶手段の学習値の消去に基づいて再び前記学習値の学習が行われるときに、前記サブフィードバック補正值を算出するためのフィードバックゲインを、学習が安定した後のフィードバックゲインよりも大きい値に切り替える切替手段を更に備えている。

#### 【0019】

このように、学習手段による学習が安定するまでの期間においてサブフィードバック補正值を算出するためのフィードバックゲインは、学習が安定した後のフィードバックゲインよりも大きい値に設定されるようになっている。そのため、サブフィードバック学習値の学習において、フィードバック補正值の変化を大きくすることができ、学習値を本来採りうるべき正規の値に早期に近づけることができ、学習を早期に安定させることができるようになる。

#### 【0020】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、前記記憶手段の学習値の消去に基づいて再び前記学習値の学習が行われるときに、前記サブフィードバック補正值のガード値を、学習が安定した後のフィードバック補正值のガード値よりも緩和する緩和手段を更に備えている。

#### 【0021】

このように、学習手段による学習が安定するまでの期間においてサブフィードバック補正值のガード値は、学習が安定した後のフィードバック補正值のガード値よりも緩和されるようになっている。そのため、サブフィードバック学習値の学習において、フィードバック補正值を大きくすることができ、学習値を本来採りうるべき正規の値に早期に近づけることができ、学習を早期に安定させることができるようになる。

#### 【0022】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置において、前記記憶手段の学習値の消去に基づいて再び前記学習値の学習が行われるとき、前記サブフィードバック制御中における前記酸素センサの出力反転回数が所定回数以上であることに基づいて前記学習が安定化したと判定される。

#### 【0023】

このように、サブフィードバック制御中における酸素センサの出力反転回数が所定回数以上になって学習値の学習が安定したものと判定されれば、ロックアップクラッチのスリップ制御を許容することができ、スリップ制御に伴って実行される燃料カット制御により燃費向上を図ることができるようになる。

#### 【0024】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置において、前記記憶手段の学習値の消去に基づいて再び前記学習値の学習が行われるとき、前記サブフィードバック制御の開始からの所定時間の経過に基づいて前記学習が安定化したと判定される。

#### 【0025】

このように、サブフィードバック制御の開始からの所定時間の経過に基づいて学習値の学習が安定したものと判定されれば、ロックアップクラッチのスリップ制御を許容することができ、スリップ制御に伴って実行される燃料カット制御により燃費向上を図ることができるようになる。

#### 【0026】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る内燃機関の空燃比制御装置を具体化した実施の形態について、図面を参照して説明する。

#### 【0027】

図 1 は、本実施の形態に係る空燃比制御装置を備えた内燃機関の周辺構造を示す概略構成図である。

図 1 に示すように、内燃機関としてのガソリンエンジン（以下、単にエンジンという）1 には、自動変速装置 20 が連結されている。自動変速装置 20 は、例

例えば1速～4速といった複数の変速段を有して当該変速段の切り換えを行う自動変速機21と、エンジン1と自動変速機21との間で流体（オイル）を媒介した動力伝達を行う流体伝動装置としてのトルクコンバータ22とを備えている。

#### 【0028】

また、トルクコンバータ22には、エンジン1のピストン18の往復動を回転運動に変換するクランクシャフト19と自動変速機21を直接的に断接するロックアップクラッチ23が設けられている。

#### 【0029】

ロックアップクラッチ23は、ロックアップリレーバルブ24による油圧制御に基づき作動し、エンジン1のクランクシャフト19と自動変速機21の入力軸とを直接的に継合する「直結状態」と、直結状態を解放する「解放状態」との間で作動状態が変化する。また、ロックアップクラッチ23は、これら「直結状態」と「解放状態」との中間の状態、即ちクランクシャフト19と自動変速機21の入力軸との相対回転をある程度許容し、部分的に継合する「スリップ状態」とをとることもできる。

#### 【0030】

エンジン1の吸気通路2はエアクリーナ（図示せず）に接続され、吸気通路2にはサージタンク6の上流にスロットルバルブ5が設けられている。吸気通路2は吸気量センサ7、スロットルポジションセンサ8、及び吸気温センサ9等を備える。

#### 【0031】

これらセンサのうち、吸気量センサ7はスロットルバルブ5の上流側に配され、吸気量センサ7はエンジン1に吸入される吸入空気量 $Q$ を検出する。スロットルポジションセンサ8は、アクセルペダル5aの踏み込み操作に基づき開閉されるスロットルバルブ5の開度情報を出力する開度センサと、スロットルバルブ5の全閉時にオン状態となるアイドルスイッチとを内蔵する。また、吸気温センサ9は、エンジン1に吸入される空気の温度（吸気温） $THA$ を検出する。

#### 【0032】

また、この吸気通路2には、燃料噴射弁10が設けられている。図示しない燃

料タンクから圧送される燃料は、該燃料噴射弁 10 の操作に応じて噴射され、同吸気通路 2 を通じて吸入される空気と混合されてエンジン 1 の燃焼室 3 内に供給される。

#### 【0033】

エンジン 1 の排気通路 4 には、三元触媒 13、同三元触媒 13 の上流に設けられた空燃比センサ 11、及び三元触媒 13 の下流に設けられた酸素センサ 12 が設けられている。

#### 【0034】

三元触媒 13 は酸素貯蔵能力を有し、エンジン 1 からの排気ガスがリーンであるときに過剰分の酸素を吸着し、排気ガスがリッチであるときに不足分の酸素を放出することにより、燃焼室 3 から排出される排気中に含まれる一酸化炭素 (CO)、炭化水素 (HC)、及び窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) を浄化する。

#### 【0035】

空燃比センサ 11 は図 2 に示すように、排気ガス中の酸素濃度に基づき空燃比をリニアに検出する。酸素センサ 12 は図 3 に示すように三元触媒 13 通過後ににおける排気ガス中の酸素濃度に基づき空燃比が理論空燃比よりもリッチかリーンかを検出する。

#### 【0036】

その他、同エンジン 1 には、図示しないイグナイタ、点火コイル等が設けられ、その点火電圧が、各気筒の燃焼室 3 に設けられた点火プラグ 14 に印加されるようになっている。

#### 【0037】

また、同エンジン 1 は、そのシリンダブロック 1a 内を循環する冷却水によって冷却されるようになっており、その冷却水の水温が、同シリンダブロック 1a に設けられた水温センサ 17 によって検出される。

#### 【0038】

こうしたエンジンシステムにおいて、上述した各センサの出力は、エンジン 1 の制御系としての役割を司る電子制御装置 (以下、ECU という) 30 に対し入力される。

**【0039】**

ECU30は、CPU、ROM、RAM、及びバックアップRAM等を内蔵したマイクロコンピュータを中心に構成される。ECU30には、スロットルポジションセンサ8、吸気量センサ7、吸気温センサ9、水温センサ17、及び空燃比センサ11及び酸素センサ12等のセンサが接続されている。また、ECU30には、燃料噴射弁10やイグナイタ等が接続されている。

**【0040】**

ECU30は、取り込まれる各センサの出力に基づいて、エンジン1の燃料噴射制御や空燃比制御等の各種制御を実行するとともに、自動変速装置20に関する各種制御を実行する。また同様に、ECU30は、上記各種センサの検知結果に基づき上記ロックアップリレーバルブ24を作動制御して、ロックアップクラッチ23の連結状態、非連結状態及びスリップ状態を切り換えさせている。

**【0041】**

三元触媒13の酸素貯蔵能力を効果的に利用するためには、排気ガスの空燃比が次にリッチ又はリーンのいずれとなってもよいように、三元触媒13中に貯蔵されている酸素の量を所定量（例えば、最大酸素貯蔵量の半分）に維持することが必要である。三元触媒13中に貯蔵されている酸素の量が維持されていれば、常に一定の酸素吸着・放出作用が可能となり、結果として三元触媒13による一定の酸化・還元能力が常に得られる。そのため、本実施形態において、ECU30は、三元触媒13の三元触媒の浄化性能を維持するために酸素貯蔵量を一定にするように空燃比制御を行うようになっている。

**【0042】**

図4はECU30が実行する目標筒内燃料量算出ルーチンのフローチャートであって、所定クランク角度毎に割り込み処理として実行される。

本処理が開始されると、まず、ステップ102において、以前の本ルーチンの実行において算出された筒内空気量 $MC_i$ および目標筒内燃料量 $FCR_i$  ( $i = 0 \sim n-1$ ) を1ずつ移行する。これは今回の実行で現在の筒内空気量 $MC_0$ および目標筒内燃料量 $FCR_0$ を算出するための処置である。ステップ104において、RAMに記憶されている機関回転速度 $N_e$ および吸入空気量 $Q$ を取り込む

。

#### 【0043】

ステップ106において、機関回転速度 $N_e$ および吸入空気量 $Q$ の関数として現在現在の筒内空気量 $MC_0$ を算出する。

$$MC_0 = MC(N_e, Q)$$

さらにステップ108で現在の目標筒内燃料量 $FCR_0$ 、即ち現在の筒内空気量 $MC_0$ において空燃比を理論空燃比とするために必要な燃料量を次式により算出してこのルーチンを終了する。

#### 【0044】

$$FCR_0 = MC_0 / AFT$$

ここで $AFT$ は理論空燃比(14.7)である。

図5はECU30が実行するメイン空燃比フィードバック(F/B)制御ルーチンのフローチャートであって、本ルーチンは、例えば所定のクランク角ごとに実行される。

#### 【0045】

本処理が開始されると、まず、ステップ110において空燃比センサ11によるフィードバック条件が成立しているかが判定される。即ち以下の条件がすべて成立しているときに空燃比センサ11によるフィードバック制御が許容される。

- (1) 冷却水温度が所定温度以上であること。
- (2) 内燃機関始動中でないこと。
- (3) 始動時増量等燃料増量中でないこと。
- (4) 空燃比センサ11の出力が1回以上反転していること。
- (5) 燃料カット中でないこと。

#### 【0046】

以上の条件がすべて成立していて空燃比センサ11によるフィードバック制御が許容されるときは、ステップ110で肯定判定されステップ112に進み、前回以前に算出された燃料偏差量 $FD_i$  ( $i=1 \sim n$ ) が1ずつ移動される。これは今回の演算で現在の燃料偏差量 $FD_0$ を算出するためである。

#### 【0047】



次にステップ114において空燃比センサ11の出力VAFを後述するサブ空燃比フィードバック制御ルーチンで演算される電圧補正值（サブフィードバック補正值） $e f s f b$ だけ次式により補正される。

【0048】

$$VAF = VAF + e f s f b$$

さらにステップ116において、補正後の空燃比センサ11の出力VAFに基づいて現在の実空燃比ABFが算出される。

【0049】

$$ABF = g(VAF)$$

次に、ステップ118において、本ルーチンのn回前の実行で算出された筒内空気量 $MC_n$ 、目標筒内燃料量 $FCR_n$ および現在の実空燃比ABFに基づいて現在の燃料偏差量FD0が次式により算出される。

【0050】

$$FD0 = MC_n / ABF - FCR_n$$

ここで現在の燃料偏差量FD0を求めるためにn回前の実行で算出された筒内空気量 $MC_n$ 、目標筒内燃料量 $FCR_n$ を使用するのは気筒から空燃比センサ11までの排気ガスの輸送遅れ時間を補正するためである。

【0051】

最後にステップ120において次式に基づき燃料補正量DFが演算され、本ルーチンを終了する。

$$DF = K f p * FD0 + K f s * \Sigma FD i$$

ここで $K f p$ は比例ゲイン、 $K f s$ は積分ゲインである。

【0052】

なお、前記ステップ110において、(1)～(5)の条件のいずれかが成立していないときは否定判定されステップ122に進み、燃料補正量DFが「0」に設定されてこのルーチンを終了する。

【0053】

図6、図7はECU30が実行するサブF/B学習制御を含むサブ空燃比フィードバック（F/B）制御ルーチンのフローチャートであって、メイン空燃比F

／B制御ルーチンの実行時間より長い所定時間間隔毎に割り込み処理として実行される。

#### 【0054】

まず、ステップ130においてサブF／B学習安定フラグがOFFであるか否かが判定される。このサブF／B学習安定フラグはバッテリーからの給電中断に伴ってRAMに記憶されているサブF／B学習値が消去されたり、RAMが破壊されたりしたときにOFFに設定され、バッテリーからの給電の再開後においてサブF／B学習が安定したと判定されるとONに設定されるフラグである。サブF／B学習安定フラグがOFFであると判定されると（ステップ130：NO）、処理はステップ132に進み、サブF／B学習安定フラグがONであると判定されると（ステップ130：YES）、処理はステップ134に進む。

#### 【0055】

ステップ132では車両減速時であってもロックアップクラッチ23のスリップ制御が禁止され、燃料カット（F／C）制御も禁止される。

次のステップ134において、図7のフローチャートに示されるサブF／B制御及びサブF／B学習制御が実行される。

#### 【0056】

図7に示されるように、まず、ステップ140において、酸素センサ12によるフィードバック条件が成立しているかを判定する。すなわちメインF／B制御と同一の条件がすべて成立しているときに酸素センサ12によるフィードバック制御が許容される。すなわち酸素センサ12によるフィードバック制御が許容されるときは、ステップ140で肯定判定されステップ142に進む。

#### 【0057】

ステップ142では酸素センサ12の出力がリーンからリッチへ、又はリッチからリーンへ反転したか否かが判定される。酸素センサ12の出力が反転していないと判定されると（ステップ142：NO）、処理はステップ146に移行し、酸素センサ12の出力が反転したと判定されると（ステップ142：YES）、処理はステップ144に進む。ステップ144では酸素センサ12の出力反転回数COXSがインクリメントされ、処理はステップ146に進む。

## 【0058】

そして、ステップ146では、次式に基づき仮電圧補正值  $t\_fsfb$  を算出し、仮電圧補正值  $t\_fsfb$  を上限ガード値  $t\_fsfbgh$  及び下限ガード値  $t\_fsfbgl$  にてガードすることにより電圧補正值（サブF/B補正值） $efsfb$  を算出し、サブF/B制御を実施する。

## 【0059】

$$t\_fsfb = Kvp * VD0 + Kvs * \sum VD_i$$

ここで  $Kvp$  は比例ゲイン、 $Kvs$  は積分ゲインである。 $VD0$  は酸素センサ12の出力電圧と目標出力電圧との間の現在の電圧偏差であり、 $\sum VD_i$  は前回以前に算出された電圧偏差  $VD_i$  の積算値である。

## 【0060】

また、このステップ146において、比例ゲイン  $Kvp$  及び積分ゲイン  $Kvs$  と、上限ガード値  $t\_fsfbgh$  及び下限ガード値  $t\_fsfbgl$  とは、サブF/B学習安定フラグの値に基づいて図11に示すマップを参照してその値が切り替えられるようになっている。すなわち、サブF/B学習安定フラグがOFFであるときの比例ゲイン  $Kvp$ 、積分ゲイン  $Kvs$ 、上限ガード値  $t\_fsfbgh$  及び下限ガード値  $t\_fsfbgl$  の値は、サブF/B学習安定フラグがONであるときのこれらの値よりも大きな値に設定されている。

## 【0061】

ステップ146に続くステップ148において、燃料カット制御の解除後所定時間以上経過しているか否かに基づいてサブF/B学習条件が成立しているか否かが判定される。燃料カット制御の解除後所定時間以上経過しているときにサブF/B学習条件が成立していると判定される。サブF/B学習条件が成立していないと判定されると（ステップ148：NO）、このルーチンを一旦終了する。また、サブF/B学習条件が成立していると判定されると（ステップ148：YES）、ステップ150に進んでサブF/B制御の継続時間  $esfbge$  がインクリメントされ、処理はステップ152に進む。

## 【0062】

そして、ステップ152では、次式に基づいて学習値  $efgfsb$  を更新する

とともに、学習値  $e f g f s b$  の更新量分だけ電圧補正值 (サブ F/B 補正值)  $e f s f b$  を更新することにより、サブ F/B 学習を実施する。

**【0063】**

$$e f g f s b \leftarrow e f g f s b + (e f s f b - e f g f s b) * \alpha$$

$$e f s f b \leftarrow e f s f b - (e f s f b - e f g f s b) * \alpha$$

ここで  $\alpha$  はなまし率である。

**【0064】**

次に図 6 に戻り、ステップ 136 では、酸素センサ 12 の出力反転回数  $C O X S$  が所定回数  $C O X S 0$  以上であるかどうか、又はサブ F/B 制御の継続時間  $e s f b g e x$  が所定時間  $e s f b g e x 0$  以上であるかどうかに基づいて、サブ F/B 学習が安定したか否かが判定される。酸素センサ 12 の出力反転回数  $C O X S$  が所定回数  $C O X S 0$  以上であると判定されたとき、又はサブ F/B 制御の継続時間  $e s f b g e x$  が所定時間  $e s f b g e x 0$  以上であると判定されたときにサブ F/B 学習が安定したと判定される。サブ F/B 学習が安定したと判定されると (ステップ 136: YES)、処理はステップ 138 に進んでサブ F/B 学習安定フラグが ON に設定されてこのルーチンを終了する。

**【0065】**

図 8 は本実施形態においてサブ F/B 学習値の消去に基づいて再びサブ F/B 学習値が学習される状態を示す。

すなわち、サブ F/B 制御中において、時刻  $t 1$  においてサブ F/B 制御の実行が所定時間経過すると、サブ F/B 学習が安定したものとしてサブ F/B 補正值に基づいてサブ F/B 学習値が初期値「0」から所定量だけ更新される。このサブ F/B 学習値の更新量に相当する分だけサブ F/B 補正值は減少される。

**【0066】**

時刻  $t 1$  以後において車両が減速状態となっても、サブ F/B 学習安定フラグは OFF であるため、ロックアップクラッチ 23 のスリップ制御が禁止されて燃料カット (F/C) 制御も行われず、メイン F/B 制御及びサブ F/B 制御が継続して行われる。従って、酸素センサ出力はリーン側にはりつくようなことはなく、排気ガスの空燃比に応じた所定の出力となる。

## 【0067】

時刻 t 2 においてサブ F/B 制御の実行が所定時間経過すると、サブ F/B 学習が安定したものとしてそのときのサブ F/B 補正值に基づいてサブ F/B 学習値が所定量だけさらに更新される。このサブ F/B 学習値の更新量に相当する分だけサブ F/B 補正值は減少される。

## 【0068】

時刻 t 2 以後において車両が減速状態であっても、サブ F/B 学習安定フラグは OFF であるため、ロックアップクラッチ 23 のスリップ制御が禁止されて燃料カット (F/C) 制御も行われず、メイン F/B 制御及びサブ F/B 制御が継続して行われる。従って、酸素センサ出力は排気ガスの空燃比に応じた所定の出力となる。

## 【0069】

時刻 t 3 において酸素センサ出力がリーンからリッチへ反転すると、そのときのサブ F/B 補正值に基づいてサブ F/B 学習値が所定量だけさらに更新され、サブ F/B 学習値は本来採りうるべき正規の値となる。このサブ F/B 学習値の更新量に相当する分だけサブ F/B 補正值は減少される。

## 【0070】

時刻 t 3 以後において酸素センサの出力反転回数が所定回数以上となる時刻 t 4 においてサブ F/B 学習安定フラグが ON に設定され、このサブ F/B 学習安定フラグの ON 設定によってロックアップクラッチ 23 のスリップ制御の実行が許可される。

## 【0071】

そして、時刻 t 4 以後の時刻 t 5 において車両が減速状態になると、ロックアップクラッチ 23 のスリップ制御が実行され、F/C 制御が行われる。

このように、本実施形態では、サブ F/B 学習値の消去に基づいて再びサブ F/B 学習値が学習されるとき、サブ F/B 学習が安定してサブ F/B 学習安定フラグが ON に設定されるまでの期間においては、ロックアップクラッチ 23 のスリップ制御を禁止し、極高回転時を除き F/C も禁止するようにしている。そのため、メイン F/B 制御及びサブ F/B 制御を継続して行うことができ、サブ F

／B補正值に基づいて本来採りうるべき正規の値のサブF／B学習値を得ることができ、サブF／B学習値の学習を早期に安定させることができる。このように得られたサブF／B学習値をメインF／B制御及びサブF／B制御に反映させることにより、排気エミッションの悪化を抑制することができるようになる。

#### 【0072】

また、図9は本実施形態においてサブF／B学習値の消去に基づいて再びサブF／B学習値が学習される状態を示す。サブF／B補正值の算出のための比例ゲイン $K_{vp}$ 及び積分ゲイン $K_{vs}$ と、サブF／B補正值をガードする上限ガード値 $t_{fsfbgh}$ 及び下限ガード値 $t_{fsfbgl}$ は、サブF／B学習安定フラグがONであるときのこれらの値よりも大きな値に設定されている。

#### 【0073】

すなわち、サブF／B制御中において、比例ゲイン $K_{vp}$ 及び積分ゲイン $K_{vs}$ を大きな値に設定することにより、サブF／B補正值における比例項及び積分項を大きな値としてサブF／B補正值の変化を大きくすることができる。このようにサブF／B補正值の変化を大きくすることによって、酸素センサ出力も大きくなり、出力が反転し易くなる。また、サブF／B補正值をガードする上限ガード値 $t_{fsfbgh}$ 及び下限ガード値 $t_{fsfbgl}$ を大きな値に設定することにより、サブF／B補正值を大きくすることができる。従って、時刻 $t_6$ においてサブF／B学習が行われるとサブF／B学習値として大きな値を設定することができ、サブF／B学習値を本来採りうるべき正規値に早期に近づけることができ、学習を早期に安定させることができるようになる。

#### 【0074】

なお、図10はサブF／B制御において、比例ゲイン $K_{vp}$ 及び積分ゲイン $K_{vs}$ と、サブF／B補正值をガードする上限ガード値 $t_{fsfbgh}$ 及び下限ガード値 $t_{fsfbgl}$ を、サブF／B学習安定フラグがOFFであるときのこれらの値よりも小さな値に設定した場合を示している。

#### 【0075】

すなわち、サブF／B制御中において、比例ゲイン $K_{vp}$ 及び積分ゲイン $K_{vs}$ を小さな値に設定することにより、サブF／B補正值における比例項及び積分

項を小さな値としてサブF/B補正值の変化が小さくなる。このようにサブF/B補正值の変化が小さくなることによって、酸素センサ出力も小さくなり、出力が反転しにくくなる。また、サブF/B補正值をガードする上限ガード値  $t_{fsfbgh}$  及び下限ガード値  $t_{fsfbgl}$  を小さな値に設定することにより、サブF/B補正值が小さくなる。従って、時刻  $t_7$  においてサブF/B学習が行われるとサブF/B学習値として小さな値しか設定することができず、サブF/B学習値は本来採りうるべき正規値から離れたものとなる。従って、このように算出されたサブF/B学習値に基づいてサブF/B制御を実行すると、空燃比制御精度が低下し、排気エミッションが悪化する。

#### 【0076】

なお、実施の形態は、次のように変更してもよい。

- ・ 上記実施形態では、三元触媒の上流に設けた空燃比センサをリニア空燃比センサとしたが、上流側の空燃比センサも酸素センサとしたいいわゆるダブル酸素センサシステムにも本発明を適用することも可能である。ただしこの場合には酸素センサの出力は排気ガス中の残存酸素量に比例せず燃料噴射量は上流側酸素センサ出力に直接的に比例しないため、燃料偏差量の積算値に基づいて三元触媒の酸素収支を推定することはできない。そこで三元触媒の酸素収支を推定する手段として空燃比補正係数と空燃比学習値との偏差の積分値を使用する。

#### 【0077】

- ・ 上記実施形態では、ロックアップクラッチ付のトルクコンバータを有する自動変速機を備えたシステムに具体化した但、手動変速機を備えたシステムに具体化してもよい。

#### 【0078】

- ・ 上記実施形態では、吸気通路2において燃料噴射弁10により燃料を噴射するエンジン1に具体化した但、燃焼室3内に直接燃料を噴射するタイプのエンジンに具体化してもよい。

#### 【0079】

- ・ 上記実施形態において、サブF/B学習許可条件の成立が所定回数以上となったときにサブF/B学習が安定したと判定するようにしてもよい。

次に、上記各実施形態から把握できる他の技術的思想を、以下に記載する。

**【0080】**

(イ) 内燃機関の排気系に設置された三元触媒の上流側に設けられ排気ガスの空燃比を検出する空燃比センサ及び下流側に設けられ排気ガスの空燃比を検出する酸素センサと、前記空燃比センサの出力に基づいて機関空燃比が理論空燃比となるように燃料量をフィードバック制御するフィードバック手段と、前記酸素センサの出力に基づいて前記フィードバック制御における燃料量を補正するサブフィードバック補正値を算出してサブフィードバック制御を行うサブフィードバック手段と、前記空燃比センサの出力特性に基づく機関空燃比と理論空燃比との定常的なずれを補償するための学習値を前記サブフィードバック補正値に基づいて学習する学習手段と、該学習手段により学習された学習値を記憶する記憶手段と、を備えた内燃機関の空燃比制御装置において、前記記憶手段の学習値の消去に基づいて再び前記学習値の学習が行われるときに、前記サブフィードバック補正値を算出するためのフィードバックゲイン又はサブフィードバック補正値のガードの絶対値を、学習の安定化後のフィードバックゲイン又はフィードバック補正値ガードよりも大きい値に切り替える切替手段を備えることを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

**【0081】**

上記(イ)及び請求項1～5のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置において、前記空燃比センサは、排気ガスの空燃比をリニアに検出するリニア空燃比センサである内燃機関の空燃比制御装置。

**【図面の簡単な説明】**

【図1】 本発明に係る空燃比制御装置の実施形態を示す概略構成図。

【図2】 空燃比と空燃比センサ出力電圧との関係を示す特性図。

【図3】 空燃比と酸素センサ出力電圧との関係を示す特性図。

【図4】 目標筒内燃料量算出ルーチンのフローチャート

【図5】 メイン空燃比フィードバック制御ルーチンのフローチャート。

【図6】 実施形態の空燃比学習制御手順を示すフローチャート。

【図7】 サブ空燃比フィードバック制御ルーチンのフローチャート。



【図 8】 実施形態によるサブ F/B 学習態様を示すタイムチャート。

【図 9】 実施形態によるサブ F/B 学習態様を示すタイムチャート。

【図 10】 従来のサブ F/B 学習態様を示すタイムチャート。

【図 11】 実施形態のフィードバックゲイン及びサブ F/B 補正值のガードマップ。

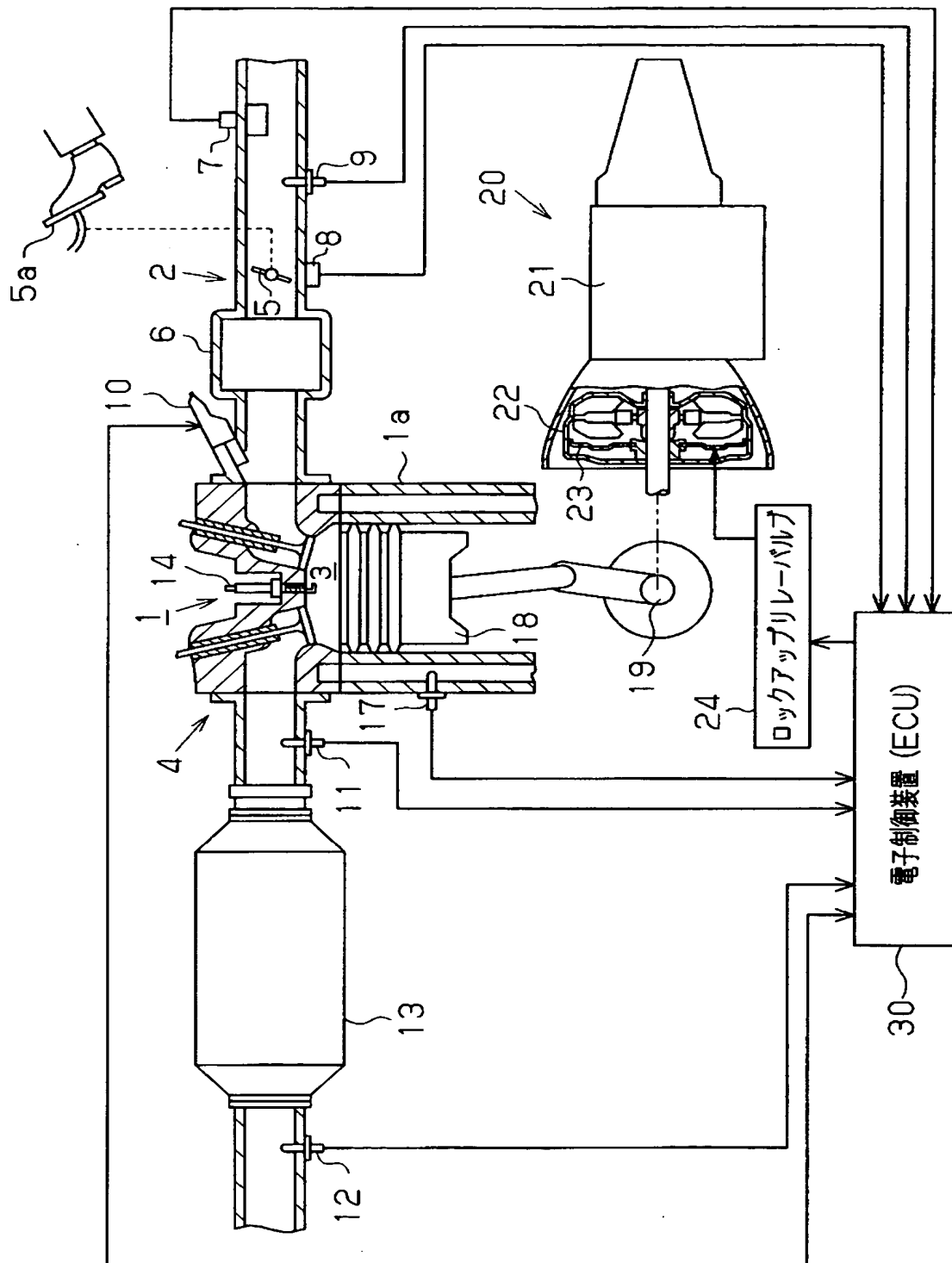
【図 12】 従来のサブ F/B 学習態様を示すタイムチャート。

【符号の説明】

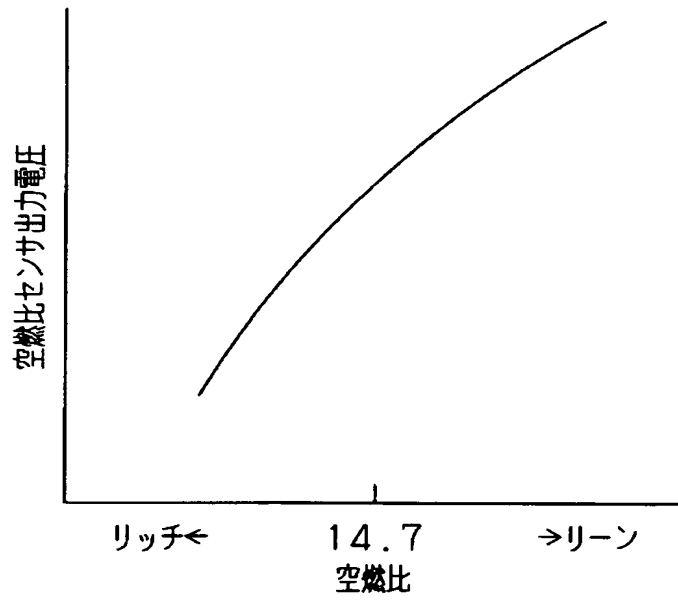
1…内燃機関としてのエンジン、2…吸気通路、3…燃焼室、4…排気通路、5…スロットルバルブ、6…サージタンク、7…吸気量センサ、8…スロットルポジションセンサ（開度センサ）、9…吸気温センサ、10…燃料噴射弁、11…空燃比センサ、12…酸素センサ、13…三元触媒、14…点火プラグ、17…水温センサ、21…自動変速機、22…流体伝動装置としてのトルクコンバータ、23…ロックアップクラッチ、30…スリップ制御手段、フィードバック手段、サブフィードバック手段、学習手段、記憶手段、禁止手段、切替手段及び緩和手段としての ECU（電子制御装置）。

【書類名】 図面

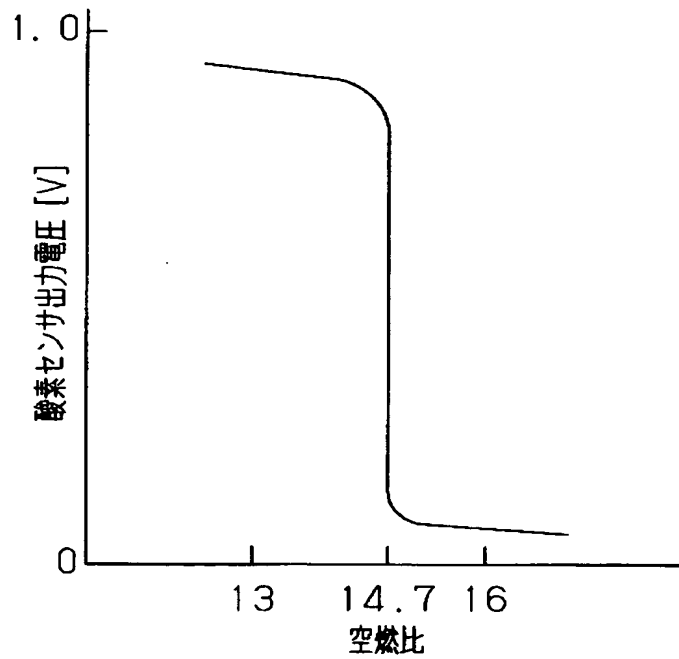
【図 1】



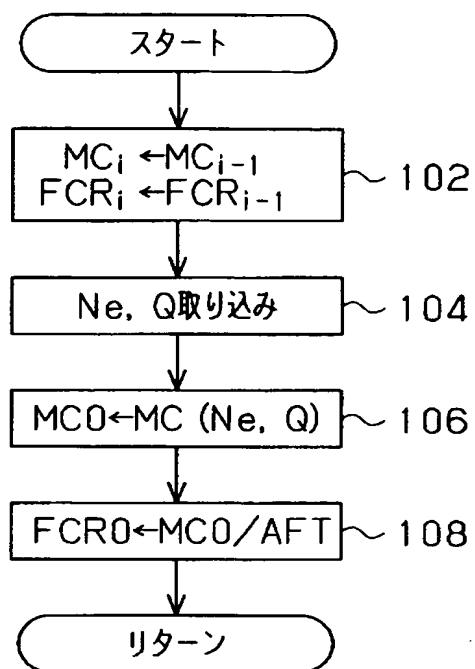
【図 2】



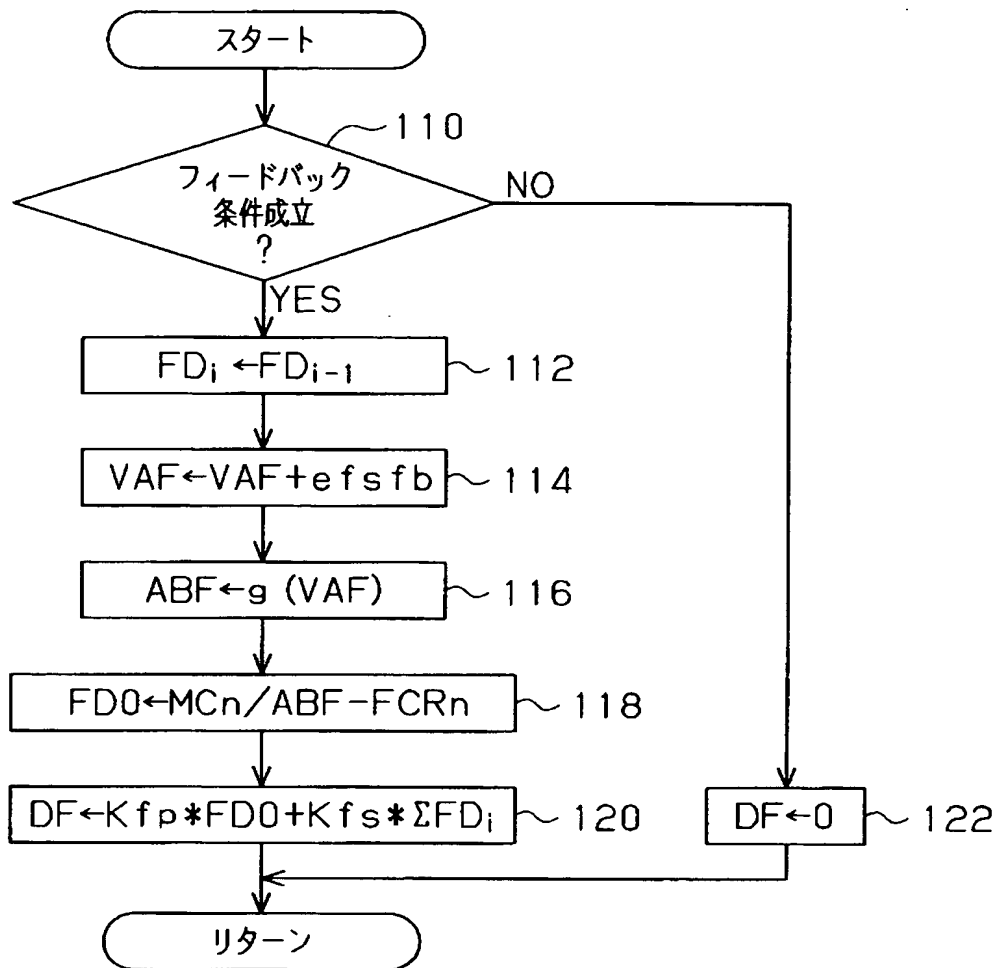
【図 3】



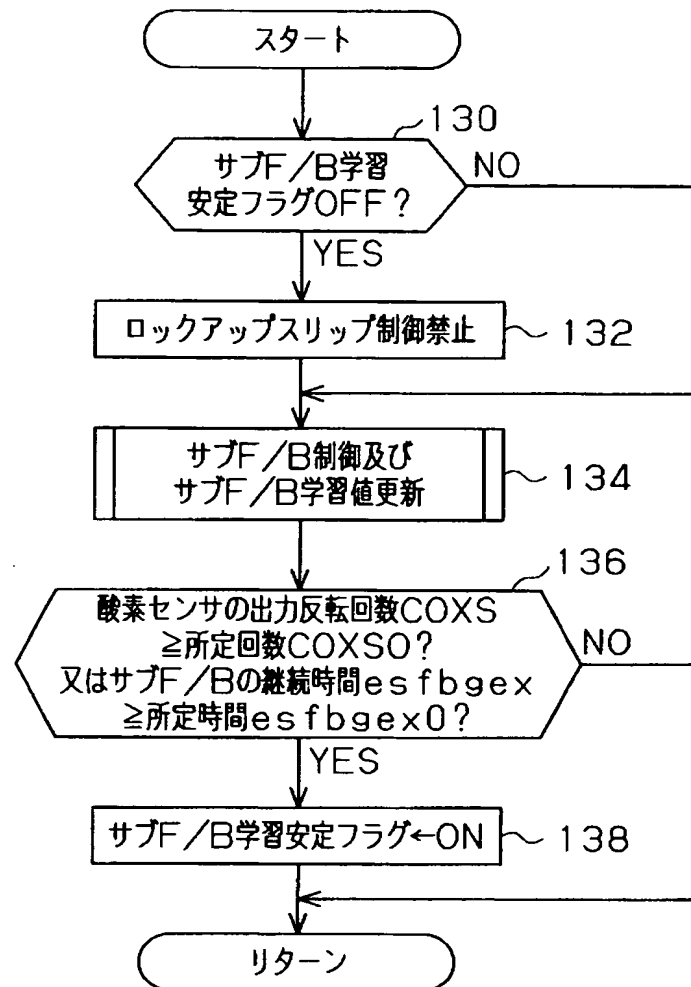
【図 4】



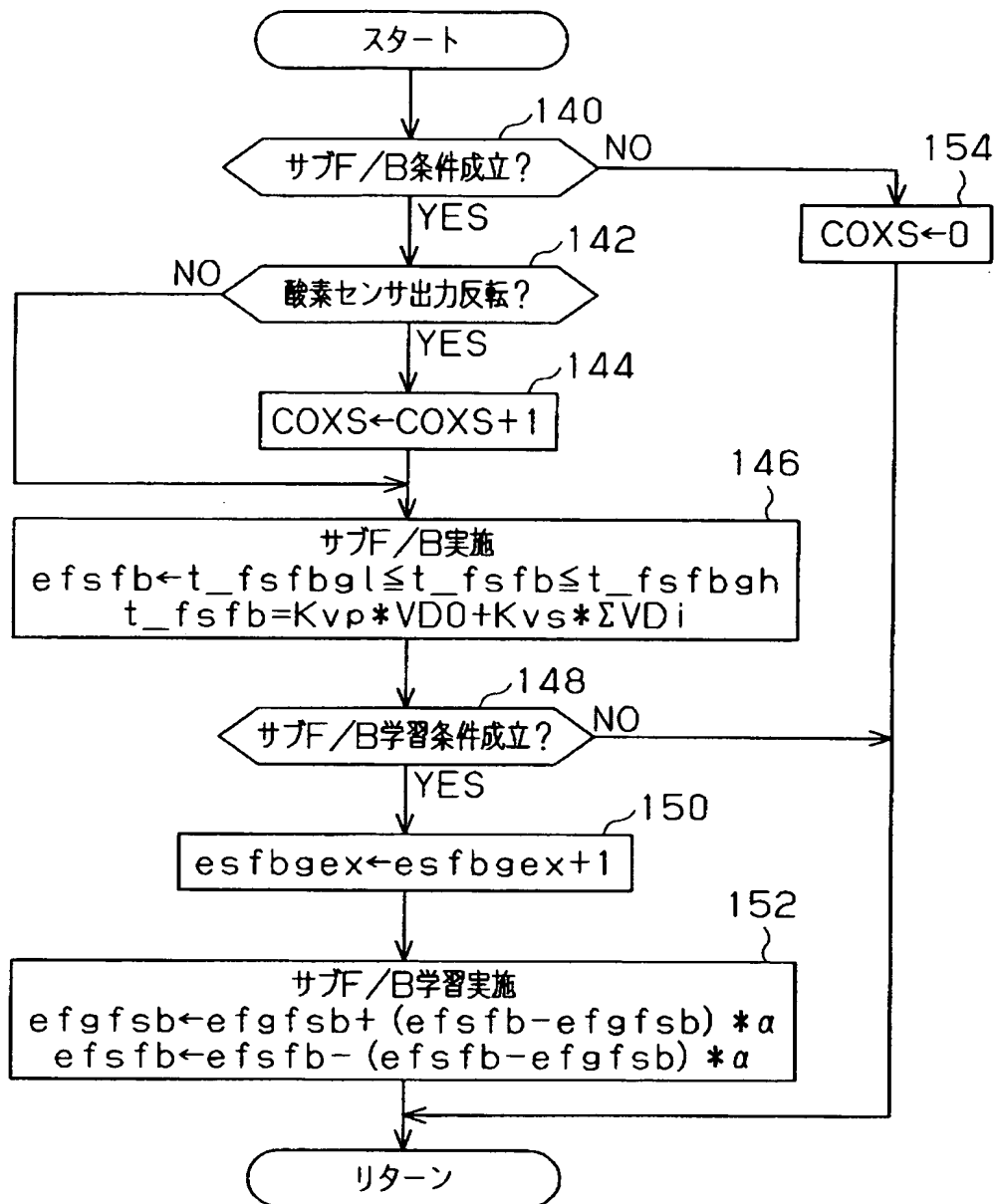
【図 5】



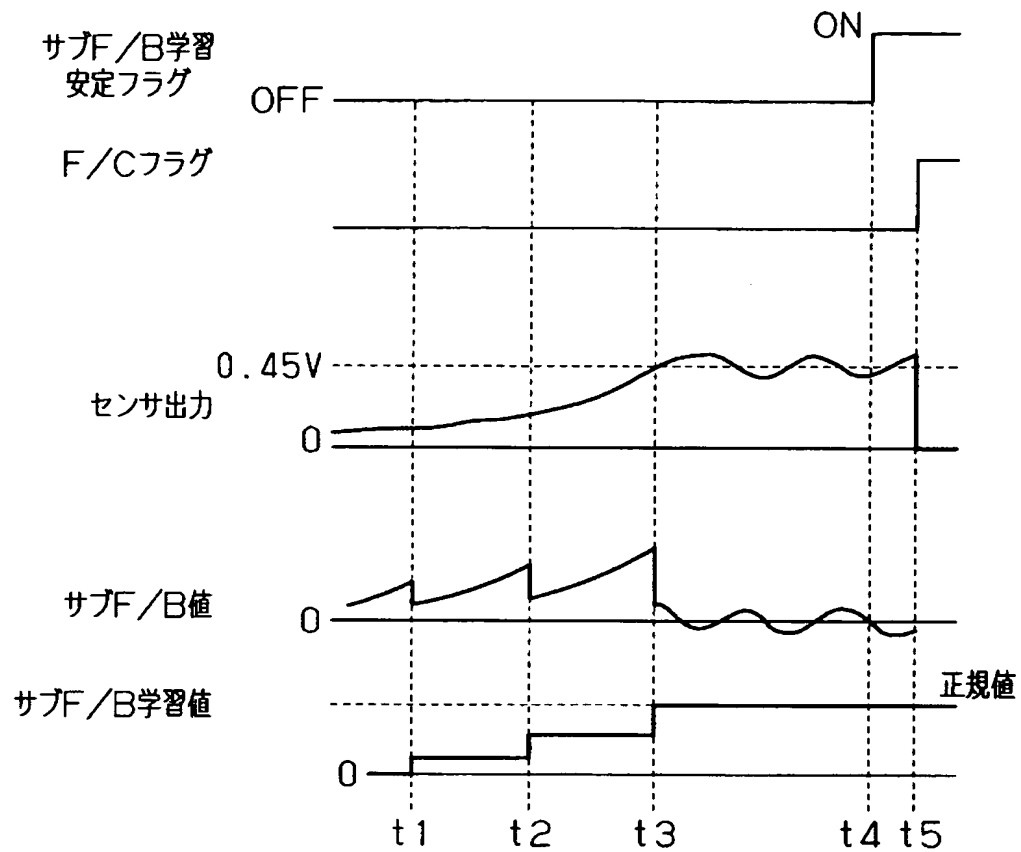
【図6】



【図 7】

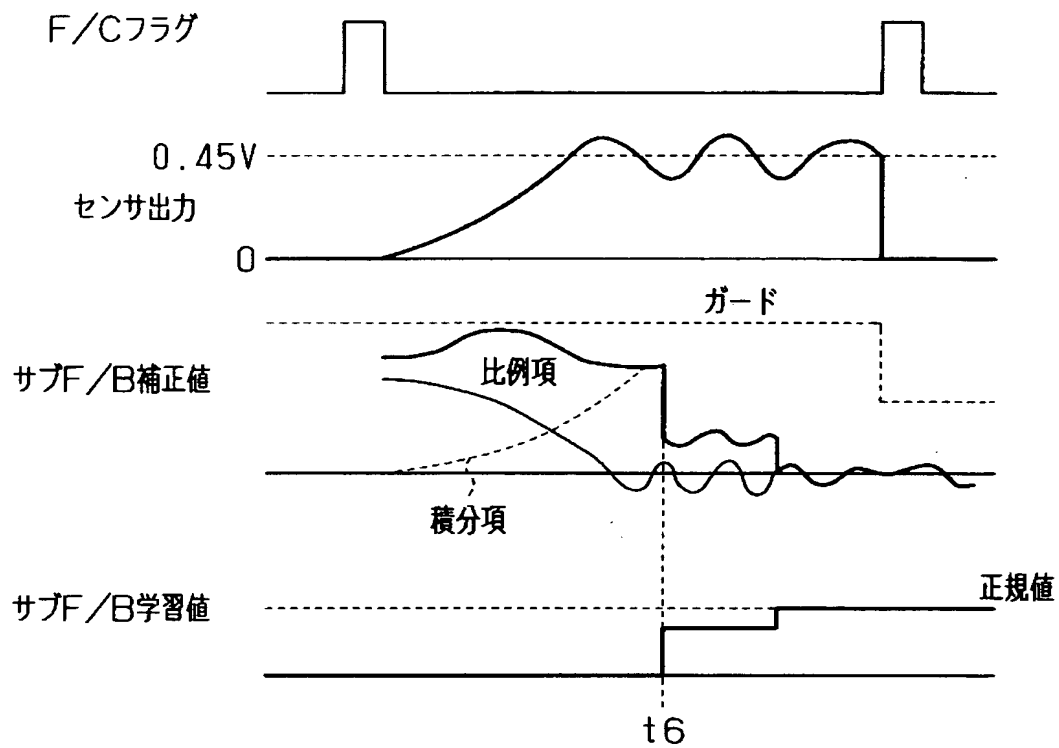


【図 8】

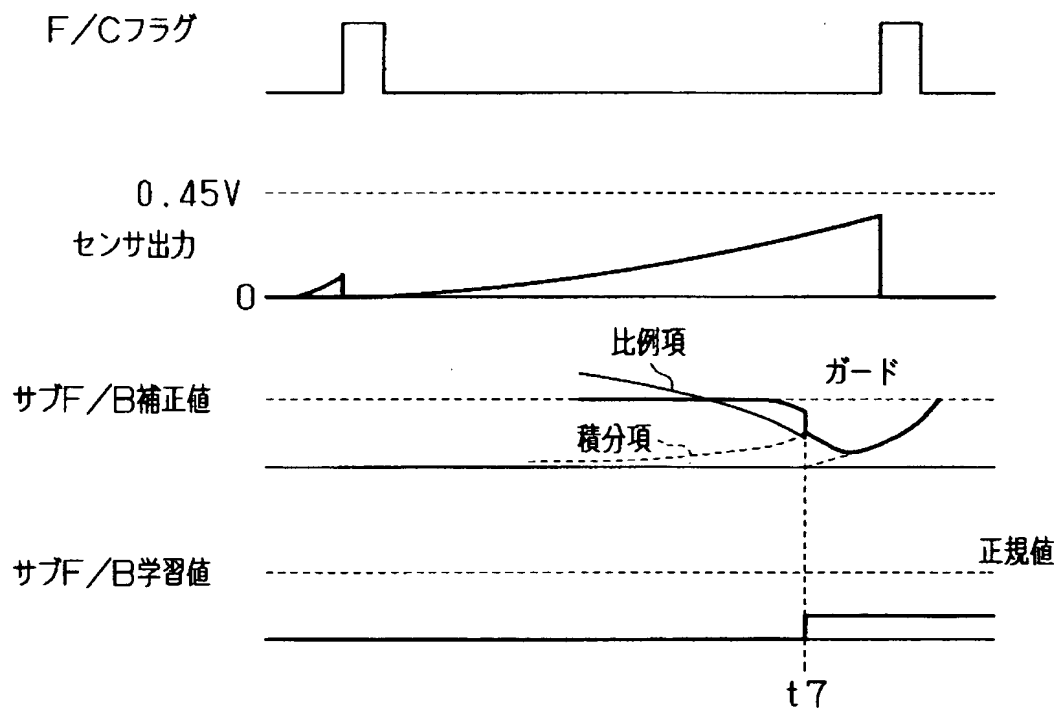




【図 9】



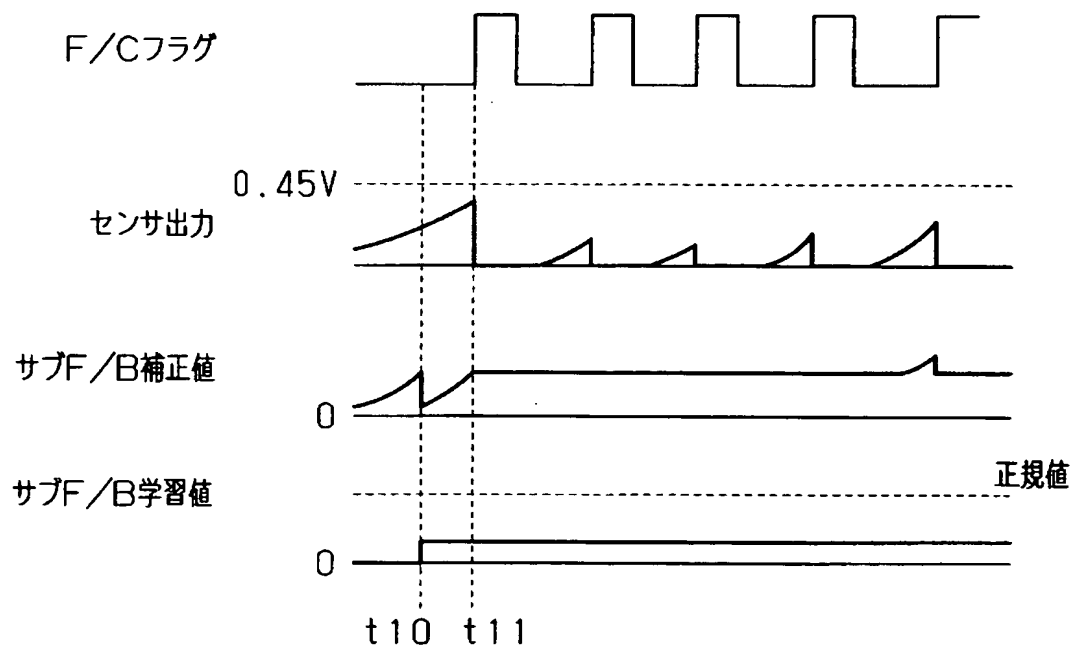
【図 10】



【図 11】

サブF/B学習 安定フラグ	ON	OFF
ガードt <sub>fsfbgh</sub>	小	大
ガードt <sub>fsfbgl</sub>	小	大
比例ゲインK <sub>vp</sub>	小	大
積分ゲインK <sub>vp</sub>	小	大

【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 サブフィードバック学習値の消去後におけるサブフィードバック学習を早期に安定させることができる内燃機関の空燃比制御装置を提供する。

【解決手段】 エンジン 1 の排気系に設置された三元触媒 13 の上流側に空燃比センサ 11 が、下流側に酸素センサ 12 が設けられている。ECU 30 は空燃比センサ 11 の出力に基づいて機関空燃比が理論空燃比となるように燃料量をフィードバック制御し、酸素センサ 12 の出力に基づいてフィードバック制御における燃料量を補正するサブフィードバック制御を行う。また、ECU 30 はサブフィードバック補正值に基づいて機関空燃比と理論空燃比との定常的なずれを補償するための学習値を学習する。ECU 30 は学習値の消去に基づいて再び学習値の学習を行うときには学習が安定化するまでロックアップクラッチ 23 のスリップ制御を禁止する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 1 0 4 2 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社